

Isolamento de base e aplicações a edifícios de alvenaria

Nuno Mendes, Doutor em Engenharia Civil, ISISE, Universidade do Minho

Tel. 253510200; Fax. 253510217; Email: nunomendes@civil.uminho.pt

Os sismos têm causado danos severos em edifícios de alvenaria, tais como por exemplo os sismos recentes na Nova Zelândia (2010/2011), em Itália (2012) e no Nepal (2015). É reconhecido que, em geral, os edifícios antigos de alvenaria apresentam elevada vulnerabilidade sísmica. Esta vulnerabilidade sísmica está associada a fatores tais como a baixa resistência da alvenaria para resistir a esforços de tração causados pelas forças horizontais de inércia, a ausência de diafragmas horizontais com rigidez suficiente para transferir eficazmente as forças de inércia entre as paredes, e a ligação ineficaz entre paredes ortogonais e entre as paredes e os pavimentos. Neste sentido, várias técnicas de reforço têm sido propostas e aplicadas em edifícios antigos de alvenaria, tais como as técnicas tradicionais de reforço através da aplicação de tirantes metálicos em paredes e cunhais. Nas últimas décadas têm sido propostas outras técnicas baseadas na aplicação de dispositivos para reduzir a vulnerabilidade sísmica dos edifícios. Estes dispositivos podem ser classificados em três grupos principais: (a) Passivos, que não requerem o fornecimento de energia; (b) Semi-ativos, que requerem o fornecimento de energia, mas não necessitam de monitorização da estrutura, (c) Ativos, que requerem o fornecimento de energia e a monitorização da estrutura. Os dispositivos passivos podem ser classificados em: (a) Isoladores de base; (b) Dissipadores de energia; (c) Dispositivos de ligação rígida. Esta comunicação apresenta uma breve descrição dos princípios dos isoladores de base, destacando a sua aplicação em edifícios antigos de alvenaria.

O isolamento de base tem por princípio isolar a superestrutura das vibrações causadas pelos sismos, através da aplicação de uma interface com baixa rigidez na direção horizontal, com o amortecimento apropriado e com capacidade para suportar as cargas verticais. Esta interface provoca alterações nos modos de vibração da superestrutura, aumentando o seu período fundamental e alterando a sua configuração. Como consequência do aumento da flexibilidade do sistema, a superestrutura apresenta uma redução das acelerações e um aumento dos deslocamentos totais relativamente ao comportamento de uma estrutura sem isolamento de base. No entanto, os deslocamentos relativos da superestrutura, que causam o dano, são muito reduzidos, uma vez que esta apresenta comportamento semelhante ao comportamento de um corpo rígido. Os deslocamentos totais concentram-se ao nível da interface e corresponde a um aspeto que pode condicionar aplicação do isolamento de base, sobretudo na presença de edifícios adjacentes ou muito próximos do edifício em estudo. Os isoladores de base utilizados na interface podem ser classificados em dois grupos

elastoméricos e deslizantes. Os isoladores elastoméricos podem ser agrupados em: (a) Apoios de borracha de alto amortecimento ($\xi=10-15\%$); (b) Apoios de borracha com núcleo de chumbo ($\xi=20-30\%$), em que o núcleo tem como função a dissipação de energia. A borracha apresenta propriedades variáveis com a temperatura, devendo-se proteger os apoios elastoméricos dos efeitos da temperatura. Os apoios deslizantes por atrito podem ser classificados também em dois tipos: (a) Apoios deslizantes com superfície curva, que apresentam um comportamento semelhante a um pêndulo; (b) Apoios deslizantes com superfície plana e com amortecedores para restituição da posição inicial do edifício.

A aplicação da técnica de isolamento de base tem sido mais frequente em edifícios novos ou existentes de betão armado, sobretudo no Japão, nos Estados Unidos da América e na Itália. Uma vez que esta técnica de proteção sísmica exige o movimento

horizontal da superestrutura ao nível da interface de isolamento, alguns dos aspetos construtivos diferem dos edifícios reforçados através das técnicas tradicionais, tais como a construção de elevadores e escadas que se prologam em níveis inferiores aos dos isoladores, e a instalação de redes de águas, de gás e de proteção contra incêndios. Atualmente existem pormenores construtivos, condutas e ligações flexíveis que permitem acomodar os deslocamentos relativos.

Em geral, a aplicação do isolamento de base em edifícios existentes de alvenaria requer o seguinte faseamento construtivo: (a) Construção de vigas na base das paredes; (b) Construção da base dos isoladores; (c) Instalação dos isoladores; (d) Separação total da superestrutura, transferindo o seu peso próprio para os isoladores; (e) Construção de um diafragma rígido ao nível das vigas localizadas acima dos isoladores, promovendo o funcionamento conjunto do sistema de isoladores. A separação total da superestrutura é uma fase construtiva determinante, sobretudo para estruturas de alvenaria não reforçada com baixa resistência à tração. Assim e por forma a evitar assentamentos diferenciais que possam causar fendilhação das paredes de alvenaria, os isoladores elastoméricos são colocadas em carga com recurso a macacos hidráulicos antes de se transferir o peso total da superestrutura para os isoladores. As estruturas de alvenaria com pavimentos flexíveis podem ainda exigir a aplicação de técnicas de reforço complementares, tendo por objetivo aumentar a rigidez dos diafragmas horizontais e garantir que a superestrutura apresenta comportamento semelhante a um corpo rígido. Podem ainda ser utilizadas técnicas de reforço adicionais para evitar os mecanismos de colapso locais, tais como o colapso de torres. Seguidamente, apresentam-se dois exemplos de aplicações de isolamento de base em edifícios de alvenaria não reforçada.

O *Salt Lake City and County Building* (EUA) corresponde a um edifício de alvenaria não reforçada de 5 pisos construído entre 1890 e 1894 (Figura 1a). Após o sismo de 1985 no Novo México e devido às semelhanças entre o solo de Salt Lake City e o solo do Novo México, este edifício foi alvo de uma intervenção de proteção sísmica. Nesta intervenção foram aplicados 447 apoios elastoméricos entre a base das paredes e a fundação original (Figura 1b e 1c). Foram ainda aplicadas técnicas complementares de reforço, tais como por exemplo o reforço da torre do relógio com elementos metálicos e reforço das ligações entre as paredes de alvenaria e os pavimentos. Este edifício corresponde ao primeiro edifício histórico de alvenaria que foi alvo de uma intervenção de proteção sísmica com isolamento de base. [1]

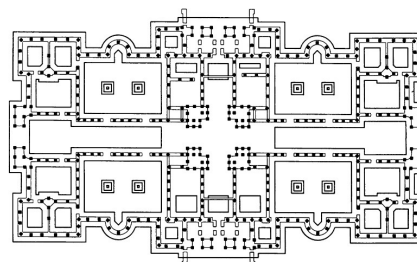
Mais recentemente, o sismo de L'Aquila (2009) causou danos significativos num edifício habitacional de alvenaria construído no início do século XX, conhecido por "*La Silvestella*" (Figura 2a). Este edifício apresenta características arquitetónicas e decorativas no seu interior que condicionam a aplicação das técnicas de reforço sísmico tradicionais. Desta forma, foi aplicado um sistema de proteção sísmica através da aplicação de isoladores de base. Este sistema inclui a instalação de 48 isoladores de base (25 apoios elastoméricos e 23 apoios deslizantes) (Figura 2b). O sistema de isolamento de base incluiu ainda a construção de vigas de betão armado na base da superestrutura e de elementos de suporte dos isoladores (Figura 2c e 2d). [2]

Referências

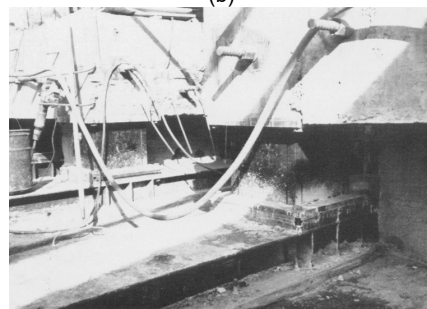
- [1] Bailey J.S, Allen E.W. (1988). Seismic Retrofitting: Salt Lake City and County Building. APT Bulletin, Vol. 20, No.2, pp. 32-44. Association for Preservation Technology International.
- [2] Vetturini R., Cecchini W., Mariani Rolando, Mariani Romeo, Ciotti T., Agostini E.M. (2013). Intervento di isolamento sismico alla base di un edificio in muratura di pregio storico-artistico in L'Aquila. Progettazione Sismica, Vol. 4, No. 1.



(a)



(b)

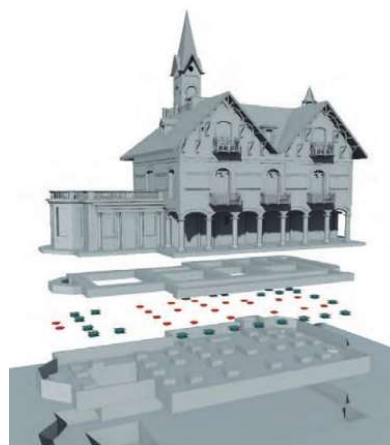


(c)

Figura 1- *Salt Lake City and County Building*: (a) Vista geral; (b) Planta com localização dos isoladores de base; (c) Pormenor da aplicação de dois isoladores de base. [1]



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2- Edifício habitacional "*La Silvestella*": (a) Vista geral; (b) Esquema da localização dos isoladores; (c) Pormenor construtivo da aplicação dos isoladores e vigas de betão armado; (d) Pormenor do isolador elastomérico. [2]